

(11)Publication number : 11-066311

(43)Date of publication of application : 09.03.1999

(51)Int.Cl.

G06T 7/00
G01N 21/88
G09G 3/36
H01L 21/66

(21)Application number : 09-227550

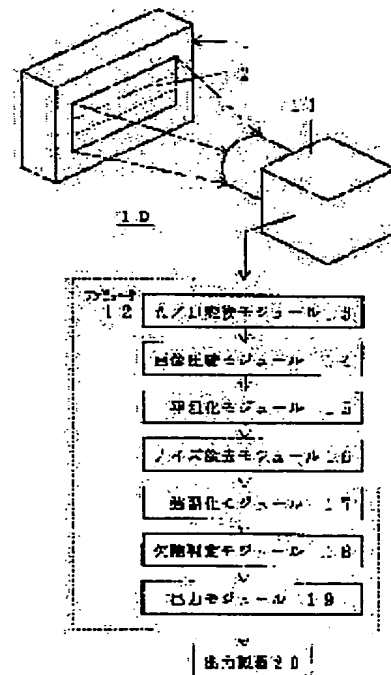
(71)Applicant : HITACHI TOBU SEMICONDUCTOR
LTD

TOKYO DENKI UNIV

(22)Date of filing : 08.08.1997

(72)Inventor : WATABE NORIO
ICHINO MANABU
YAGUCHI HIROYUKI**(54) METHOD AND DEVICE FOR CHECKING UNEVENNESS****(57)Abstract:****PROBLEM TO BE SOLVED:** To automatically check unevenness fault.

SOLUTION: A computer 12 of an unevenness checking device 10 is provided with an A/D conversion module 13 which performs A/D conversion of an image signal from an image pickup device 11 that picks up the image of a display screen which is a surface 2 to be checked of LCD(liquid crystal display) 1, an image compression module 14, a flattening-module 15 which flattens a curve that is constituted of luminance value of each pixel by a spline function, a noise eliminating module 16 which eliminates noise of a flattened curve, an emphasizing module 17 which emphasizes an unevenness fault part of a curve that is performed noise elimination and a fault deciding module 18 which sets threshold to an emphasized curve and decides an unevenness fault. Since check precision and the manufacturing yield of LCD can be improved and unevenness faults of various sizes can detected by operation processing at one time by automating LCD unevenness checking and ignoring human visual checking, it is possible to reduce check time.

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An unevenness inspection method comprising:

A picture incorporation process of capturing an image of an inspected side.

A pointing process of emphasizing said portion of an unevenness defect of a data row by which flattening was carried out a flat chemically-modified [which carries out flattening of the data row constituted by luminance value of said incorporation picture with a spline function] degree, and a defective determination process, with which a threshold is set as said data row by which pointing was carried out, and an unevenness defect is judged to be.

[Claim 2]The unevenness inspection method according to claim 1 compressing said incorporation picture signal.

[Claim 3]The unevenness inspection method according to claim 1 or 2, wherein a noise of said data row by which flattening was carried out is removed.

[Claim 4]The unevenness inspection method according to claim 3, wherein a noise of said data row by which flattening was carried out is removed by spatial filtering.

[Claim 5]The unevenness inspection method according to claim 1, 2, 3, or 4, wherein said data row by which flattening was carried out is emphasized by an exponential function.

[Claim 6]Unevenness test equipment comprising:

A picture incorporation module which captures an image of an inspected side.

A flattening module which carries out flattening of the data row constituted by luminance value of said incorporation picture with a spline function, a pointing module which emphasizes said unevenness defective part of a data row by which flattening was carried out, and a defective judging module in which a threshold is set as said emphasized data row, and an unevenness defect is judged.

[Claim 7]The unevenness test equipment according to claim 6 provided with a graphical-data-compression module which compresses said incorporation picture signal.

[Claim 8]The unevenness test equipment according to claim 6 or 7 provided with a noise rejection module from which a noise of said data row by which flattening was carried out is removed.

[Claim 9]The unevenness test equipment according to claim 8 removing a noise of said data row by which flattening was carried out by spatial filtering.

[Claim 10]The unevenness test equipment according to claim 6, 7, 8, or 9 emphasizing said data row by which flattening was carried out with an exponential function.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is the unevenness (a deep place and a light place are located in some places, and not uniform.) on unevenness inspection art, especially an inspected side. surface irregularity — being related with the art inspected with high degree of accuracy — for example, a liquid crystal display (liquid crystal display.) Hereafter, it is called LCD. It uses for detecting and inspecting the unevenness of a display screen, and is related with effective art.

[0002]

[Description of the Prior Art] One of the defects of the display screen (henceforth a LCD screen) of LCD has a defect (henceforth an unevenness defect) about unevenness. Automation of the inspection work about the unevenness defect of this LCD screen is very difficult for the following reasons. Over the whole, the luminosity of a LCD screen has the tendency bright in a center section for a periphery to be dark, for example rather than is uniform. On the other hand, the unevenness defect of a LCD screen is equivalent to change of a luminosity. For this reason, an unevenness defect cannot be extracted only by a luminosity comparing the deviation score of a luminosity all over the LCD screen which is not uniform. As a result, automation of the inspection work about the unevenness defect of a LCD screen becomes very difficult. Therefore, the actual condition is that inspection work about the unevenness defect of a LCD screen is carried out by the visual inspection work by human being.

[0003] However, there are problems, such as requiring dispersion in the inspection accuracy by an inspector and personnel expenses, in visual inspection work by human being. then, the algorithm of waveform processing — the unevenness test equipment using the autocorrelation-function operation which is a periodic signal extraction algorithm among them is proposed. The picture incorporation module in which this unevenness test equipment captures the image of a LCD screen, It has the module which performs an autocorrelation-function operation to the data row constituted by the luminance value of the incorporation picture, and the defective judging module in which a threshold is set as the data row called for by an autocorrelation-function operation, and an unevenness defect is judged. In autocorrelation-function operation modules, the luminance value of the point (henceforth a window) of the order same number is integrated focusing on one point of a data row (it is equivalent to a waveform signal.), and the luminance value of the window group of the same number which adjoins this window group is integrated. Subsequently, both difference is searched for and the value of the difference is memorized as a value of said central point. Henceforth, while every one point of this processing is shifted, about a data row, it is repeated and goes. And each point constituted, respectively continues and a data row (it is equivalent to a waveform signal.) is reproduced by the value of a difference. In this reproduced data row, since change of the luminosity in the size corresponding to the number of windows will be emphasized, an unevenness defect can be judged by setting up a threshold appropriately.

[0004] "Monthly display May item" P69-P75 of the issue of an incorporated company techno Times company on May 1, Heisei 8 as an example which has described the unevenness test equipment using the above mentioned autocorrelation-function operation, *****.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above mentioned unevenness test equipment, the size of the unevenness emphasized by the number of windows is decided, and since the number of these windows has the necessity of specifying a priori, the size of the unevenness which can be emphasized by one operation will be limited. Then, it is necessary to ask for the size of the unevenness of a three-stage by specifying the number of windows of the Onaka smallness and, for example, carrying out three autocorrelation-function operations. Calculation time will become long if such multiple times are calculated with the same operation modules. Since there is the necessity of constituting operation modules in parallel in order to shorten calculation time, operation modules will be heavy prices extremely.

[0006] The purpose of this invention is to provide the unevenness inspection art in which unevenness can be inspected efficiently.

[0007] The other purposes and the new feature will become clear from description and the

accompanying drawing of this specification along [said] this invention.

[0008]

[Means for Solving the Problem]It will be as follows if an outline of a typical thing is explained among inventions indicated in this application.

[0009]That is, unevenness test equipment is provided with the following.

A picture incorporation module which captures an image of an inspected side.

A flattening module which carries out flattening of the data row constituted by luminance value of said incorporation picture with a spline function.

An emphasis module which emphasizes a portion of an unevenness defect of said data row by which flattening was carried out.

A defective judging module in which a threshold is set as said emphasized data row, and an unevenness defect is judged.

[0010]A picture captured with a picture incorporation module has a data row of a luminance value constituted in the means. In a flattening module, a data row by which flattening was carried out with a spline function based on a data row of a luminance value is called for. An unevenness defective part is emphasized among data rows by which flattening was carried out in an emphasis module. In a defective judging module, a threshold is set as a data row which had a portion of an unevenness defect emphasized, and an unevenness defect is judged.

[0011]

[Embodiment of the Invention]Drawing 1 is a mimetic diagram showing the unevenness test equipment which is one embodiment of this invention. Drawing 2 is process drawing showing an unevenness inspection method similarly. It is an explanatory view for explaining the operation after drawing 3.

[0012]In this embodiment, the unevenness test equipment concerning this invention is constituted as the unevenness test equipment 10 which inspects the unevenness defect of the LCD screen which is an inspected side. The display screen 2 for projecting a desired picture is formed in the 1st principal surface of LCD1 which is an inspected thing by control of the liquid crystal, and the unevenness of the luminosity of this display screen 2 becomes a subject of examination of the unevenness test equipment 10. In this embodiment, the display screen (henceforth an inspected side) 2 of LCD1 is formed in the rectangle, and the length of the horizontal scanning line direction (henceforth the direction of H) H is longer than the length of the direction B of a vertical scanning line (henceforth the direction of B).

[0013]The unevenness test equipment 10 is provided with the imaging device 11 for capturing the image of the inspected side 2. The imaging device 11 comprises a CCD (charge coupled device) camera etc., and it is arranged so that the inspected side 2 may be picturized from a transverse plane. The personal computer (henceforth a computer) 12 is connected to the outgoing end of the imaging device 11. The computer 12 is provided with the A/D conversion module 13, the graphical-data-compression module 14, the flattening module 15, the noise rejection module 16, the pointing module 17, the defective judging module 18, and the output module 19. These modules are constituted so that the operation mentioned later may be performed (programming). Input devices (not shown), such as the output equipment 20 and keyboards, such as a monitor and a printer, and a mouse, are connected to the computer 12.

[0014]Hereafter, the unevenness inspection method which is one embodiment of this invention by the unevenness test equipment 10 concerning said composition is explained along with process drawing shown in drawing 2.

[0015]The inspected side 2 of LCD1 which is an inspected thing is driven when enforcing the unevenness inspection method concerning this embodiment with the luminosity and contrast which were specified beforehand. In this state, the inspected side 2 is picturized from a transverse plane by the imaging device 11 of the unevenness test equipment 10. The imaging device 11 inputs the picture signal of the picturized inspected side 2 into the computer 12. That is, the picture of the inspected side 2 is downloaded to the computer 12.

[0016]Then, in the A/D conversion process 22, the A/D conversion of the incorporation picture is carried out with the A/D conversion module 13 of the computer 12 as shown in drawing 2.

That is, the A/D conversion module 13 changes the analog picture signal from the imaging device 11 into the digital signal of the luminance value of for example, 256 gradation.

[0017]The graphical-data-compression module 14 of the computer 12 carries out the graphical-data-compression process 23 shown in drawing 2. For example, the graphical-data-compression process 23 is performed by thinning out a signal in every 1 pixel (pixel).

[0018]Here, the relation with the three dimensional graph (b) of a picture element position and a luminance value is indicated to be an incorporation picture (a) of an inspected side, drawing 3 shows the case of an excellent article and, as for drawing 3 (a), and (b) and drawing 4 (a) and (b), drawing 4 shows the case of inferior goods, respectively. That is, drawing 3 (a) shows the incorporation picture (henceforth an excellent article picture) 30 of the excellent article inspected side, and drawing 4 (a) shows the incorporation picture (henceforth an inferior-goods picture) 40 of the inferior-goods inspected side. Drawing 3 (b) shows the three dimensional graph (henceforth an excellent article picture curved surface) 31 of the picture element position and the luminance value of the excellent article picture 30, and drawing 4 (b) shows the three dimensional graph (henceforth an inferior-goods picture curved surface) 41 of the picture element position and the luminance value of the inferior-goods picture 40. In drawing 3 (b) and drawing 4 (b), it incorporates into the X-axis of a three-dimensional-coordinates axis, and the picture element position of the direction of H of a picture is taken, it incorporates into a Y-axis, the picture element position of the direction of Y of a picture is taken, and the luminance value is taken at the Z-axis. The luminance value is shown by 256 gradation and there is no unit. In the example of the inferior-goods picture curved surface 41 shown in drawing 4 (b), a field including a coordinates position (H_{34} , B_{22}) has the unevenness defect S.

[0019]By the way, it mentioned above that an unevenness defect could not be extracted only by a luminosity comparing the deviation score of a luminosity all over the LCD screen which is not uniform. It is as follows when this is explained about drawing 3 and drawing 4. On the whole in the excellent article picture 30 shown in drawing 3 (a), the right-hand side end is dark. On the other hand, on the whole in the inferior-goods picture 40 shown in drawing 4 (a), the luminosity (luminosity) is uniform. Therefore, if excellent article inferior goods are judged only by comparison of the deviation score of a luminosity, drawing 3 (a) will be used as inferior goods, and the erroneous decision of drawing 4 (a) will be carried out to an excellent article.

[0020]However, on the excellent article picture curved surface 31 shown in drawing 3 (b), although the value of the maximum difference of a luminance value is large, since it is changing continuously (what is called an inclination target) over the whole, according to visual observation of human being, it is judged with there being no unevenness defect. On the other hand, on the inferior-goods picture curved surface 41 shown in drawing 4 (b), although the value of the maximum difference of a luminance value is small, according to visual observation of human being in a variable field place, a luminance value is locally judged as the unevenness defect S.

[0021]Drawing 5 is the data row (curve) which showed the relation between the picture element position of the direction of H, and a luminance value, and (a) shows the case where (b) is judged in the case where it is judged with an excellent article to be inferior goods, respectively. In drawing 5, luminosity is taken by the vertical axis and the coordinates of the pixel of the direction of H are taken by the horizontal axis. That is, the curve of drawing 5 is equivalent to the data row constituted by the luminance value of each pixel of the direction of H of an incorporation picture. In the excellent article curve 32 shown in drawing 5 (a), although value D_1 of the maximum difference of a luminance value is large, it is changing continuously over the whole. On the other hand, in the inferior-goods curve 42 shown in drawing 5 (b), value D_2 of the maximum difference of a luminance value is smaller than value D_1 of the maximum difference of the excellent article curve 32. In the inferior-goods curve 42, value D_3 of the difference of the luminance value of the field containing coordinate value H_{34} which is judged to be the unevenness defect S according to visual observation of human being is smaller than value D_2 of maximum difference.

[0022]if it assumes that the threshold was temporarily set as value D_2 of the maximum difference in the inferior-goods curve 42 in order for the value of the difference of a luminance value to extract an unevenness defect now — $D_1 > D_2$ — since it comes out, it is judged with the excellent article curve 32 of drawing 5 (a) not having an unevenness defect. However, since it is $D_2 > D_3$, the unevenness defect S of drawing 5 (b) will be overlooked. Then, in the related curve (data row) of a luminance value and a pixel row, it is necessary to remove a continuous change of a luminance value and to leave change of the local luminance value of the unevenness defect S.

[0023]Then, in this embodiment, flattening processing is carried out to the related curve of a luminance value and a pixel row in degree [flat chemically-modified] 24 shown in drawing 2. Namely, the expression 1 shown below is used for the flattening module 15 of the computer 12, and it carries it out as flattening processing is shown in drawing 6 to the related curve of a luminance value and a pixel row. It will be virtually created as the three dimensional graph (henceforth a flattening curved surface) 47 which carried out flattening of the inferior-goods picture curved surface 41 shown in drawing 4 (b) by this flattening processing, for example is shown in drawing 7.

[0024]

[Equation 1]

$$\sigma = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} W_i \{f(x_i) - y_i\}^2}{\text{誤差の2乗和}} + g \frac{\int_a^b \{f^{(n)}(x)\}^2 dx}{\text{傾きの和}}$$

[0025]The expression 1 is a valuation function of a flattening spline function, and calculates here smoothing curve $f(X)$ which makes sigma the minimum. Among the expression 1, x_i is a coordinate value of the X-axis of a station, is X coordinate value of each station 43 of drawing 6 (a), and is equivalent to a picture element position here. y_i is a coordinate value of the Y-axis of a station, is a Y coordinate value of each station 43 of drawing 6 (a), and is equivalent to a luminance value here. Although W_i is dignity and it could set up for every value of a station, all were set as "1.0" here. g can follow a station correctly as it is a smoothing parameter and g is smallness, and a smooth curve with little vibration is obtained as g is size. Here, g was set as "50.0." The latter part of the right-hand side of the expression 1 is an integral value of the range divided in the arbitrary sections. Therefore, the range of $a-b$ is the divided range.

[0026]A spline curve (spline curve) is a curve by which a definition is carried out as a meeting for a curve connected so that conditions of specific continuity might be fulfilled. Between nodes which one polynomial was given between nodes and are different from a spline function, one polynomial corresponds, respectively, and in a node which is a knot of a polynomial and a polynomial, it is a smooth piecewise polynomial function and value-of-a-function $f(X)$ of the smoothing curve 44 shown in drawing 6 (b) is calculated by using divided differences of the following (2M-1) natural spline curve here.

[0027]Drawing 6 (a) shows the station 43 of the inferior-goods curve 42 shown in drawing 5 (b), and drawing 6 (b) shows the smoothing curve 44 for which it asked with the expression 1 based on the station 43. Drawing 6 (c) shows the flattening curve 46 which took the deviation score 45 with the smoothing curve 44 of each station 43 every station 43, and was made into a graph. According to this flattening curve 46, in the inferior-goods curve 42 which is a related curve of a luminance value and a pixel row, it is understood that a continuous change of a luminance value was removed and a local change of the unevenness defect S was left behind.

[0028]By performing this flattening processing, respectively about all the inferior-goods curves 42 in the inferior-goods picture curved surface 41 shown in drawing 4 (b), the flattening curved surface 47 shown in drawing 7 will be created virtually.

[0029]Since it is mixed in the flattening curved surface 47 by which flattening was carried out as mentioned above as the noise 48 is shown in drawing 7, it is difficult to recognize the unevenness defect S automatically the way things stand.

[0030]Then, in this embodiment, noise rejection processing is carried out in the noise rejection process 25 shown in drawing 2 to the flattening curved surface 47 which the noise 48 mixed. That is, the expression 2 shown below is used for the noise rejection module 16 of the computer 12, and it carries out spatial filtering (space filtering). The smoothing curved surface 49 which removed the noise 48 of the flattening curved surface 47 shown in drawing 7 by this spatial filtering, for example will be virtually created as shown in drawing 8.

[0031]

[Equation 2]

$$g(i,j) = \sum_{p=i-w}^{i+w} \sum_{q=j-w}^{j+w} f(p,q) \times h(i-p, j-q)$$

[0032]Spatial filtering means the art of acquiring the picture which applied a certain filter function to the inputted image, and was improved in picture space or a spatial frequency domain. In digital processing, filtering of picture space is performed by local product sum operation (convolution), and the operator (operator) of the matrix of nxn collapses it and it is generally used as a function. As for an inputted image and g, the outputted image after spatial filtering and h of f are filter functions among the expression 2. Here, the matrix arithmetic child of "3x3" of the next table 1 is used as filter function h. The smoothing curved surface 49 shown in drawing 8 is an example when smoothing is used as an operator among the next table 1.

[0033]

[Table 1]

空間フィルタ	3*3の演算子		効果
スムージング	$\begin{bmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{bmatrix}$ または $\begin{bmatrix} 0 & 1/5 & 0 \\ 1/5 & 1/5 & 1/5 \\ 0 & 1/5 & 0 \end{bmatrix}$		平滑化
ラプラシアン	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ または $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$		微分
メディアン	3*3のヒストグラムの中間値 (メディアン) で、置き換える。		雑音除去
ハイパス	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ または $\begin{bmatrix} -1/9 & -1/9 & -1/9 \\ -1/9 & 8/9 & -1/9 \\ -1/9 & -1/9 & -1/9 \end{bmatrix}$		エッジ強調
鮮鋭化	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ または $\begin{bmatrix} 1/9 & -8/9 & -1/9 \\ -8/9 & 37/9 & -8/9 \\ 1/9 & -8/9 & 1/9 \end{bmatrix}$		鮮鋭な画像

[0034]Even if it is the smoothing curved surface 49 by which noise rejection was carried out as mentioned above, since the unevenness defect S is buried into change of the smoothing curved surface 49, it is difficult to recognize the unevenness defect S automatically the way things stand.

[0035]Then, in this embodiment, pointing processing is carried out to the smoothing curved surface 49 in the pointing process 26 shown in drawing 2. That is, the pointing module 17 of the computer 12 uses the expression 3 shown below, and carries out pointing processing. It will be virtually created as the pointing curved surface 50 where the portion of the unevenness defect S of the smoothing curved surface 49 shown in drawing 8 was emphasized by this pointing processing, for example is shown in drawing 9 (a).

[0036]Expression 3 $y=a^x$ [0037]The expression 3 is an exponential function, and there is the feature that the rate of increase of y becomes large as the value of x becomes large at the time of $a>1$. In order to use the feature of this exponential function, the next processing is performed in this embodiment.

[0038]For example, the average value 52 about the deviation score data of the smoothed

smoothing curve 51 is calculated as shown in drawing 9 (b). The deviation score 53 with the average value 52 of each station x_i is calculated, respectively. The deviation score 53 of each called-for station x_i is substituted for the value of x of the expression 3. Here, in the expression 3, it was shown clearly by the simulation by a computer that "1.65" carries out pointing of the unevenness defect S as a that it was an optimum value.

[0039]The data about the pointing curved surface 50 searched for as mentioned above is sent to the defective judging module 18. The defective judging module 18 compares with the data about the pointing curved surface 50 the threshold set up beforehand. It judges with there being an unevenness defect, when the defective judging module 18 has a portion exceeding a threshold, and when all the data is below a threshold, there is no unevenness defect and it judges with it being an excellent article.

[0040]In this embodiment, since the unevenness defect S is extremely emphasized on the pointing curved surface 50, even if it sets up the threshold for an unevenness defective judging greatly like the threshold 54 shown in drawing 9 (a), the unevenness defect S is not overlooked. It is certainly avoidable by on the other hand setting up the big threshold 54 to carry out the erroneous decision of the change of a noise or continuous luminosity to it being an unevenness defect.

[0041]The decision result of the defective determination process 27 by the defective judging module 18 is sent to the output module 19 which carries out the decision result output process 28 shown in drawing 2. The output equipment 20, such as a monitor and a printer, is made to correspond to each LCD1 which is an inspected thing, and the output module 19 displays a decision result on it. For example, when an unevenness defect is judged to be owner **, the picture acquired with the application of the threshold 54 on the pointing curved surface 50 of drawing 9 (a) is displayed on the output equipment 20, such as a monitor and a printer. By this display, the worker can recognize what size of an unevenness defect is in which position in the inspected side of LCD judged to be inferior goods.

[0042]According to said embodiment, the following effect is acquired.

(1) By carrying out flattening of the incorporation image data of the inspected side of LCD with a spline function, Since a continuous change of the luminance value which is not judged by human being's visual inspection to be an unevenness defect can be removed and it can leave change of the local luminance value of an unevenness defect, the unevenness inspection to the inspected side of LCD is automatable.

[0043](2) The manufacturing yield of LCD can be raised, reducing a manufacturing cost, since dispersion and the artificial mistake of inspection accuracy can be eliminated and personnel expenses can be reduced by omitting human being's visual inspection.

[0044](3) Since the unevenness defect of all sizes can be once detected and inspected by data processing, inspection time can be shortened.

[0045](4) Although it corresponds to the size of unevenness like the unevenness test equipment using an autocorrelation-function operation, since it is not necessary to repeat data processing of the same kind repeatedly, while being able to shorten inspection time compared with the unevenness test equipment concerned, The cost of unevenness test equipment can be reduced by mitigation of a throughput.

[0046](5) Since change of a global luminosity is removable by carrying out flattening of the incorporation image data of the inspected side of LCD with a spline function, inspection accuracy can be raised, without receiving the influence of outside environments, such as dispersion in lighting, and change, on an inspected side.

[0047](6) Since the portion of an unevenness defect can be emphasized by performing pointing processing after flattening, a threshold can be set up greatly and defective decision precision can be raised further.

[0048](7) Since data processing is mitigable by compressing an incorporation picture, inspection time can be shortened further.

[0049](8) Since the influence of a noise is avoidable by carrying out noise rejection after flattening, inspection accuracy can be raised further.

[0050]Although the invention made by this invention person above was concretely explained

based on the embodiment, it cannot be overemphasized that it can change variously in the range which this invention is not limited to said embodiment and does not deviate from the gist.

[0051]For example, a pointing process may not be restricted for carrying out using an exponential function, but may be carried out to the expression 2, using Laplacian of Table 1 as a operator.

[0052]A graphical-data-compression process may not be restricted for carrying out by the means which thins out a signal alternately, but may be carried out by other compression means, and may be skipped.

[0053]A noise rejection process may not be restricted to the operator of the expression 2 using smoothing, but other operators may be used for it, and noise rejection means other than spatial filtering may be used for it. A noise rejection process may be skipped.

[0054]As an imaging device, it cannot restrict using an area sensor but a line sensor, an image pick-up tube, etc. can be used.

[0055]Although the above explanation explained the case where the invention mainly made by this invention person was applied to the unevenness inspection art of LCD which is a field of the invention used as the background, It is applicable to unevenness inspection technical [at large one, such as not the thing limited to it but the screen of CRT or a plasma display, a shadow mask, a screen, a sensitive film or a polarization film, a printed-circuit board, and also plating unevenness, paint unevenness,].

[0056]

[Effect of the Invention]It will be as follows if the effect acquired by the typical thing among the inventions indicated in this application is explained briefly.

[0057]By carrying out flattening of the incorporation image data of an inspected side with a spline function, Since a continuous change of the luminance value which is not judged by human being's visual inspection to be an unevenness defect can be removed and it can leave change of the local luminance value of an unevenness defect, the unevenness inspection to an inspected side is automatable.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a mimetic diagram showing the unevenness test equipment which is one embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is process drawing showing an unevenness inspection method similarly.

[Drawing 3](a) is a screen figure of the incorporation picture of an excellent article inspected side, and (b) is the three dimensional graph of its picture element position and luminance value.

[Drawing 4](a) is a screen figure of the incorporation picture of an inferior-goods inspected side, and (b) is the three dimensional graph of its picture element position and luminance value.

[Drawing 5]It is the graph which showed the relation between a picture element position and a luminance value, and (a) shows the case where (b) is judged in the case where it is judged with

an excellent article to be inferior goods, respectively.

[Drawing 6] It is a diagram for explaining a flat chemically-modified degree, and (a) shows the station of the inferior-goods curve shown in drawing 5 (b), (b) shows the smoothing curve for which it asked based on the station, and (c) shows the flattening curve which took deviation score with the smoothing curve of each station every station 43.

[Drawing 7] It is the three dimensional graph which shows the flattening curved surface acquired by the flat chemically-modified degree.

[Drawing 8] It is the three dimensional graph which shows the smoothing curved surface acquired by a noise rejection process.

[Drawing 9] (a) is a graph for the three dimensional graph which shows the pointing curved surface acquired by a pointing process, and (b) to explain pointing processing.

[Description of Notations]

1 [-- Unevenness test equipment,] -- LCD (inspected thing), 2 -- An inspected side, S -- An unevenness defect, 10 11 -- An imaging device, 12 -- A computer, 13 -- A/D conversion module, 14 -- A graphical-data-compression module, 15 -- A flattening module, 16 -- Noise rejection module, 17 -- A pointing module, 18 -- A defective judging module, 19 -- Output module, 20 [-- Graphical-data-compression process,] -- Output equipment, 21 -- A picture incorporation process, 22 -- An A/D conversion process, 23 24 [-- Defective determination process,] -- A flat chemically-modified degree, 25 -- A noise rejection process, 26 -- A pointing process, 27 28 -- A decision result output process, 30 -- The incorporation picture of an excellent article inspected side (excellent article picture), 31 -- An excellent article picture curved surface, 32 -- An excellent article curve, 40 -- The incorporation picture of an inferior-goods inspected side (inferior-goods picture), 41 [-- A smoothing curve, 45 / -- Deviation score, 46 / -- A flattening curve, 47 / -- A flattening curved surface, 48 / -- A noise, 49 / -- A smoothing curved surface, 50 / -- A pointing curved surface, 51 / -- A smoothing curve, 52 / -- Average value, 53 / -- Deviation score, 54 / -- Threshold.] -- An inferior-goods picture curved surface, 42 -- An inferior-goods curve, 43 -- A station, 44

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

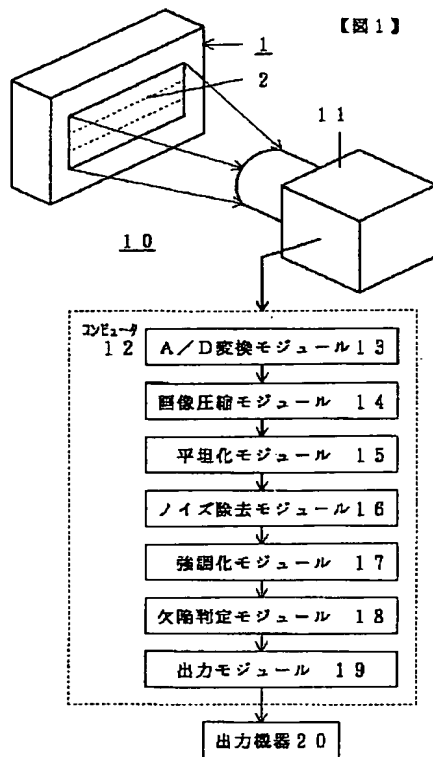
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

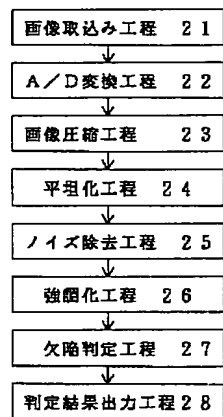
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

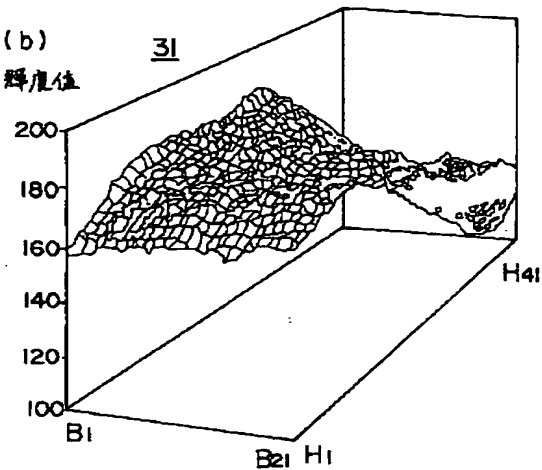
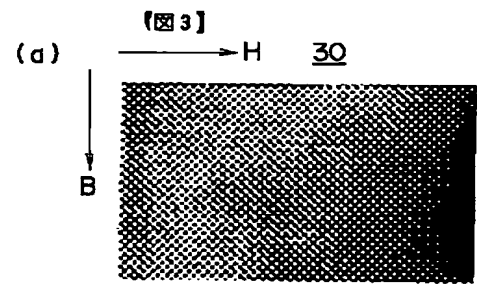
[Drawing 1]



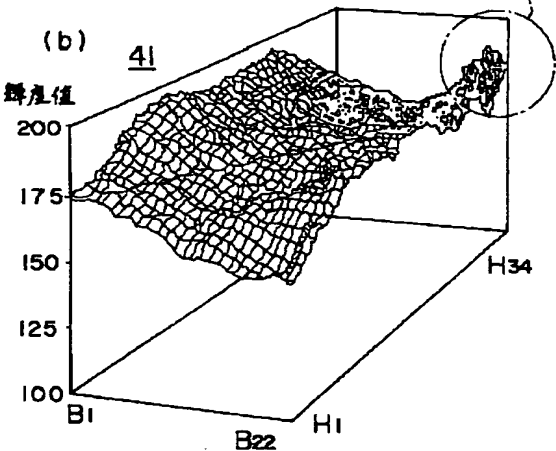
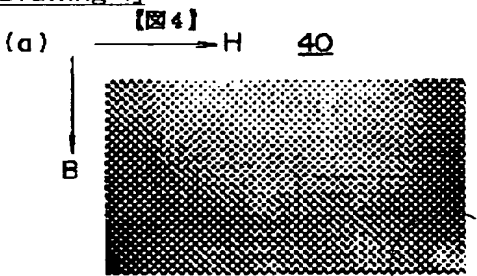
[Drawing 2]
【図 2】



[Drawing 3]

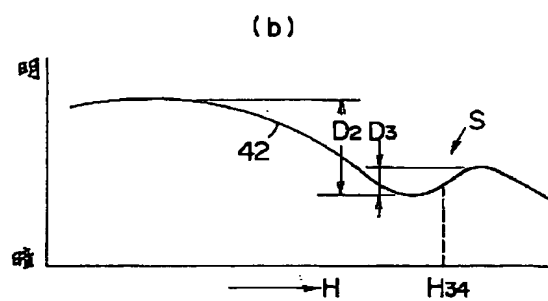
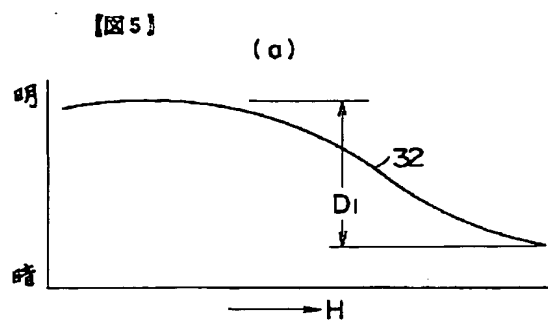


[Drawing 4]

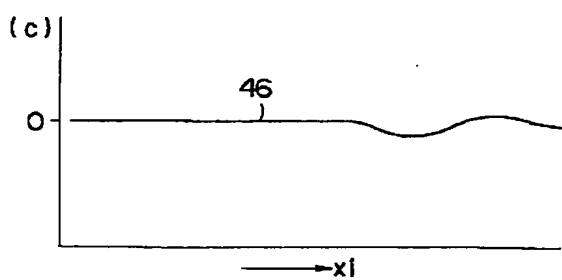
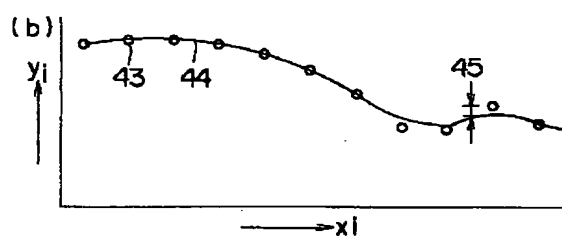
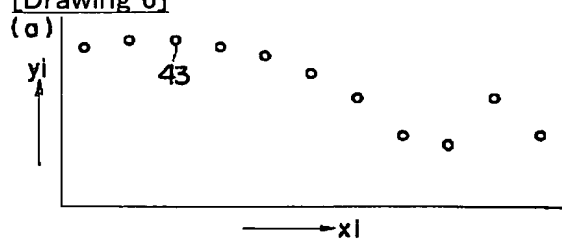


[Drawing 5]

【図5】

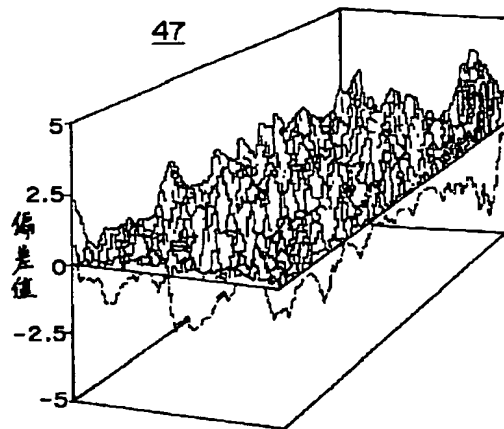


[Drawing 6]



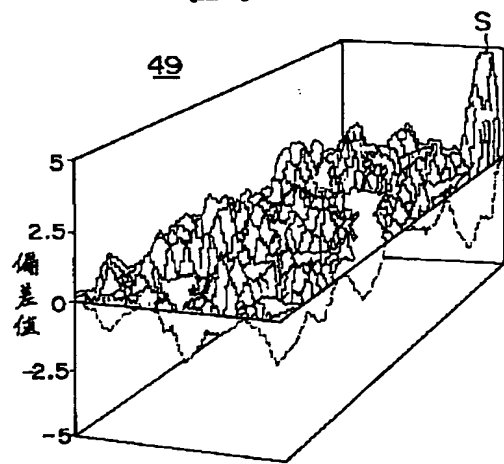
[Drawing 7]

【図7】

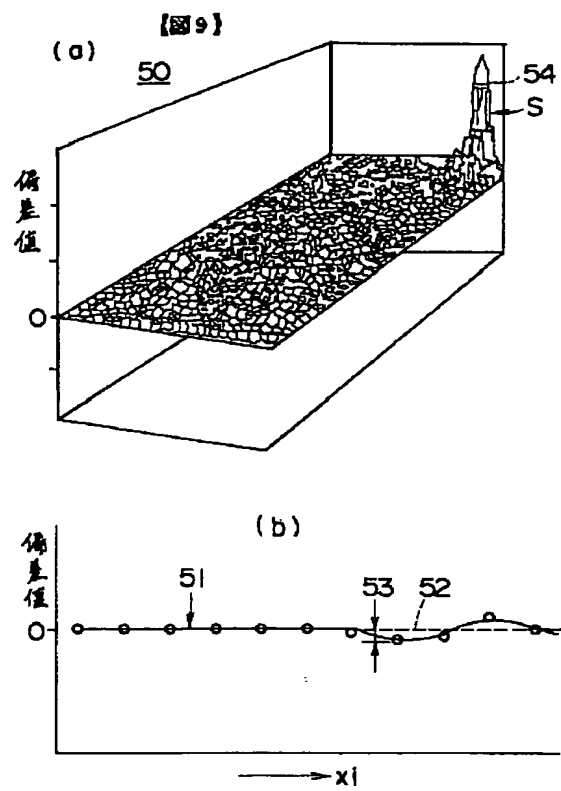


[Drawing 8]

【図8】



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-66311

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/62

4 0 0

G 0 1 N 21/88

C 0 1 N 21/88

Z

G 0 9 G 3/36

C 0 9 G 3/36

Z

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

Z

J

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-727550

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月8日

(71) 出願人 000233577

日立東部セミコンダクタ株式会社

埼玉県人間郡毛呂山町大字旭台15番地

(71) 出願人 390033950

学校法人東京電機大学

東京都千代田区神田錦町2の2

(72) 発明者 渡部 典生

埼玉県人間郡毛呂山町大字旭台15番地

日立東部セミコンダクタ株式会社内

(72) 発明者 市野 学

東京都千代田区神田錦町2の2 学校法人

東京電機大学内

(74) 代理人 弁理士 梶原 辰也

最終頁に続く

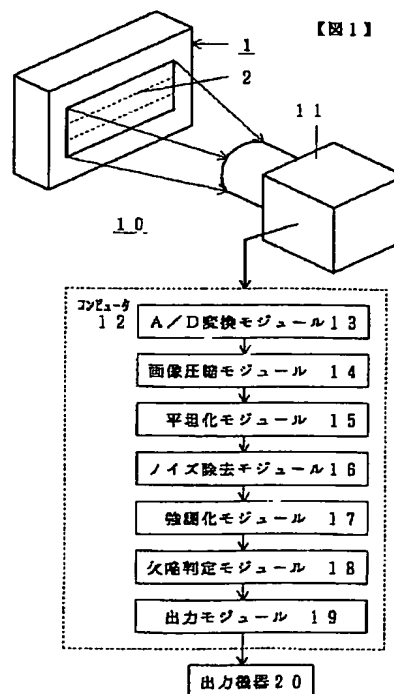
(54) 【発明の名称】 むら検査方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 むら欠陥を自動的に検査する。

【解決手段】 むら検査装置10のコンピュータ12は、LCD1の被検査面2である表示画面を撮像した撮像装置11からの画像信号をA/D変換するA/D変換モジュール13と、画像圧縮モジュール14と、各画素の輝度値で構成された曲線をスプライン関数で平坦化する平坦化モジュール15と、平坦化された曲線のノイズを除去するノイズ除去モジュール16と、ノイズ除去された曲線のむら欠陥部分を強調する強調化モジュール17と、強調化された曲線に閾値を設定しむら欠陥を判定する欠陥判定モジュール18とを備えている。

【効果】 LCDのむら検査を自動化して人間の目視検査を省略することで、検査精度やLCDの製造歩留りを向上できる。一度の演算処理であらゆる大きさのむら欠陥を検出できるため、検査時間を短縮できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検査面の画像を取り込む画像取込み工程と、

前記取込み画像の輝度値によって構成されたデータ列をスプライン関数によって平坦化する平坦化工程と、

前記平坦化されたデータ列のむら欠陥の部分を強調する強調化工程と、

前記強調化されたデータ列に閾値が設定されむら欠陥が判定される欠陥判定工程と、

を備えていることを特徴とするむら検査方法。

【請求項2】 前記取込み画像信号を圧縮することを特徴とする請求項1に記載のむら検査方法。

【請求項3】 前記平坦化されたデータ列のノイズが除去されることを特徴とする請求項1または2に記載のむら検査方法。

【請求項4】 前記平坦化されたデータ列のノイズが空間フィルタリングによって除去されることを特徴とする請求項3に記載のむら検査方法。

【請求項5】 前記平坦化されたデータ列が指数関数によって強調されることを特徴とする請求項1、2、3または4に記載のむら検査方法。

【請求項6】 被検査面の画像を取り込む画像取込みモジュールと、

前記取込み画像の輝度値によって構成されたデータ列をスプライン関数によって平坦化する平坦化モジュールと、

前記平坦化されたデータ列のむら欠陥部分を強調する強調化モジュールと、

前記強調されたデータ列に閾値が設定されむら欠陥が判定される欠陥判定モジュールと、

を備えていることを特徴とするむら検査装置。

【請求項7】 前記取込み画像信号を圧縮する画像圧縮モジュールを備えていることを特徴とする請求項6に記載のむら検査装置。

【請求項8】 前記平坦化されたデータ列のノイズを除去するノイズ除去モジュールを備えていることを特徴とする請求項6または7に記載のむら検査装置。

【請求項9】 前記平坦化されたデータ列のノイズを空間フィルタリングによって除去することを特徴とする請求項8に記載のむら検査装置。

【請求項10】 前記平坦化されたデータ列を指数関数によって強調することを特徴とする請求項6、7、8または9に記載のむら検査装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、むら検査技術、特に、被検査面上のむら（所々に濃い所や淡い所があつて一様でないこと。surface irregularity。）を高精度で検査する技術に関し、例えば、液晶ディスプレイ（liquid crystal display。以下、LCDという。）の表示面

面のむらを検出して検査するのに利用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 LCDの表示画面（以下、LCD画面という。）の欠陥の一つにむらに関する欠陥（以下、むら欠陥という。）がある。このLCD画面のむら欠陥についての検査作業の自動化は、次のような理由できわめて困難である。LCD画面の明るさは全体にわたって均一ではなく、例えば、中央部が明るく周辺部が暗い傾向がある。他方、LCD画面のむら欠陥は明るさの変化に相当する。このため、明るさが均一でないLCD画面中において単に明るさの偏差値を比較するだけでは、むら欠陥を抽出することができない。その結果、LCD画面のむら欠陥についての検査作業の自動化はきわめて困難になる。したがって、LCD画面のむら欠陥についての検査作業は、人間による目視検査作業によって実施されているのが実情である。

【0003】 しかし、人間による目視検査作業には検査員による検査精度のばらつきや、人件費を要する等の問題点がある。そこで、波形処理のアルゴリズムのうち周期的信号抽出アルゴリズムである自己相関関数演算を利用したむら検査装置が提案されている。このむら検査装置は、LCD画面の画像を取り込む画像取込みモジュールと、取込み画像の輝度値によって構成されたデータ列に自己相関関数演算を実行するモジュールと、自己相関関数演算によって求められたデータ列に閾値が設定されむら欠陥が判定される欠陥判定モジュールとを備えている。自己相関関数演算モジュールにおいては、データ列（波形信号に相当する。）の一点を中心に前後同数の点（以下、窓という。）の輝度値が積算され、この窓群に隣接する同数の窓群の輝度値が積算される。次いで、両者の差が求められ、その差の値が前記中心点の値として記憶される。以降、この処理が一点ずつずらされながら、データ列について繰り返されて行く。そして、差の値によってそれぞれ構成された各点が連続されてデータ列（波形信号に相当する。）が再生される。この再生されたデータ列においては、窓数に対応した大きさでの輝度の変化が強調された状態になっているため、閾値を適切に設定することにより、むら欠陥を判定することができる。

【0004】 なお、前記した自己相関関数演算を利用したむら検査装置を述べてある例としては、株式会社テクノタイムズ社が平成8年5月1日に発行の「月刊ディスプレイ5月号」P69～P75、がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 前記したむら検査装置においては、窓の数によって強調されるむらの大きさが決まり、この窓の数は事前に指定する必要があるため、一回の演算によって強調することができるむらの大きさは限定されてしまう。そこで、例えば、大中小の窓数を

指定して自己相関関数演算を3回実施することにより、3段階のむらの大きさを求める必要がある。このような複数回の演算を同一の演算モジュールによって実施すると、演算時間が長くなってしまふ。演算時間を短くするためには、演算モジュールを並列に構成する必要があるため、演算モジュールがきわめて高価格になってしまふ。

【0006】本発明の目的は、効率よくむらを検査することができるむら検査技術を提供することにある。

【0007】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0008】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を説明すれば、次の通りである。

【0009】すなわち、むら検査装置は、被検査面の画像を取り込む画像取込みモジュールと、前記取込み画像の輝度値によって構成されたデータ列をスプライン関数によって平坦化する平坦化モジュールと、前記平坦化されたデータ列のむら欠陥の部分強調する強調モジュールと、前記強調されたデータ列に閾値が設定されむら欠陥が判定される欠陥判定モジュールとを備えている。

【0010】前記した手段において、画像取込みモジュールによって取り込まれた画像は輝度値のデータ列を構成される。平坦化モジュールにおいて、輝度値のデータ列に基づいてスプライン関数によって平坦化されたデータ列が求められる。強調モジュールにおいては平坦化されたデータ列のうちむら欠陥部分が強調される。欠陥判定モジュールにおいては、むら欠陥の部分強調されたデータ列に閾値が設定されむら欠陥が判定される。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態であるむら検査装置を示す模式図である。図2は同じくむら検査方法を示す工程図である。図3以降はその作用を説明するための説明図である。

【0012】本実施形態において、本発明に係るむら検査装置は、被検査面であるLCD画面のむら欠陥を検査するむら検査装置10として構成されている。被検査物であるLCD1の第1主面には液晶の制御によって所望の画像を映し出すための表示画面2が形成されており、この表示画面2の輝度のむらがむら検査装置10の検査対象になる。本実施形態において、LCD1の表示画面（以下、被検査面という。）2は長方形に形成されており、水平走査線方向（以下、H方向という。）Hの長さが垂直走査線方向（以下、B方向という。）Bの長さよりも長くなっている。

【0013】むら検査装置10は被検査面2の画像を取り込むための撮像装置11を備えている。撮像装置11はCCD(charge coupled device)カメラ等から構成

されており、被検査面2を正面から撮像するように配置されている。撮像装置11の出力端にはパーソナルコンピュータ（以下、コンピュータという。）12が接続されている。コンピュータ12はA/D変換モジュール13、画像圧縮モジュール14、平坦化モジュール15、ノイズ除去モジュール16、強調化モジュール17、欠陥判定モジュール18、出力モジュール19を備えており、これらのモジュールは後述する作用を実行するように構成（プログラミング）されている。また、コンピュータ12にはモニタやプリンタ等の出力機器20およびキーボードやマウス等の入力機器（図示せず）が接続されている。

【0014】以下、前記構成に係るむら検査装置10による本発明の一実施形態であるむら検査方法を図2に示されている工程図に沿って説明する。

【0015】本実施形態に係るむら検査方法の実施に際して、被検査物であるLCD1の被検査面2は予め指定された明るさおよびコントラストをもって駆動される。この状態で、被検査面2はむら検査装置10の撮像装置11によって正面から撮像される。撮像装置11は撮像した被検査面2の画像信号をコンピュータ12に入力する。つまり、コンピュータ12に被検査面2の画像が取り込まれる。

【0016】続いて、図2に示されているように、A/D変換工程22において、取込み画像はコンピュータ12のA/D変換モジュール13によってA/D変換される。すなわち、A/D変換モジュール13は撮像装置11からのアナログ画像信号を例えば256階調の輝度値のデジタル信号に変換する。

【0017】さらに、コンピュータ12の画像圧縮モジュール14は図2に示されている画像圧縮工程23を実施する。例えば、画像圧縮工程23は1画素（ピクセル）置きに信号を間引くことにより実行される。

【0018】ここで、図3(a)と(b)、図4(a)と(b)は、被検査面の取込み画像(a)と、画素位置・輝度値の三次元グラフ(b)との関係を示しており、図3は良品の場合を、図4は不良品の場合をそれぞれ示している。すなわち、図3(a)は良品被検査面の取込み画像（以下、良品画像という。）30を示しており、図4(a)は不良品被検査面の取込み画像（以下、不良品画像という。）40を示している。図3(b)は良品画像30の画素位置・輝度値の三次元グラフ（以下、良品画像曲面という。）31を示しており、図4(b)は不良品画像40の画素位置・輝度値の三次元グラフ（以下、不良品画像曲面という。）41を示している。図3(b)および図4(b)において、三次元座標軸のX軸には取込み画像のH方向の画素位置が取られ、Y軸には取込み画像のY方向の画素位置が取られ、Z軸には輝度値が取られている。輝度値は256階調で示されており、単位はない。図4(b)に示された不良品画像曲面

41の例では、座標位置(H_{34} 、 B_{22})を含む領域にむら欠陥Sがある。

【0019】ところで、明るさが均一でないLCD画面中において単に明るさの偏差値を比較するだけでは、むら欠陥を抽出することができないことは前述した。これを図3および図4について説明すると、次の通りである。図3(a)に示された良品画像30においては、向かって右側端部が全体的に暗くなっている。これに対して、図4(a)に示された不良品画像40においては、明るさ(輝度)が全体的に均一になっている。したがって、単に明るさの偏差値の比較だけで良品不良品を判定すると、図3(a)が不良品、図4(a)が良品と誤判定されてしまう。

【0020】ところが、図3(b)に示された良品画像曲面31においては、輝度値の最大差の値は大きい、全体にわたって連続的(所謂傾斜的)に変化しているため、人間の目視観察によれば、むら欠陥はないと判定される。これに対して、図4(b)に示された不良品画像曲面41においては、輝度値の最大差の値は小さいが、輝度値が局所的に変化する場所が人間の目視観察によれば、むら欠陥Sとして判定される。

【0021】図5はH方向の画素位置と輝度値との関係を示したデータ列(曲線)であり、(a)は良品と判定される場合を、(b)は不良品と判定される場合をそれぞれ示している。図5において、縦軸には輝度が取られ、横軸にはH方向の画素の座標が取られている。つまり、図5の曲線は取込み画像のH方向の各画素の輝度値によって構成されたデータ列に相当する。図5(a)に示された良品曲線32において、輝度値の最大差の値D

$_1$ は大きい、全体にわたって連続的に変化している。これに対し、図5(b)に示された不良品曲線42においては、輝度値の最大差の値 D_2 は良品曲線32の最大差の値 D_1 よりも小さい。また、不良品曲線42において、人間の目視観察によればむら欠陥Sと判定される座標値 H_{34} を含む領域の輝度値の差の値 D_3 は、最大差の値 D_2 よりも小さい。

【0022】今、輝度値の差の値によってむら欠陥を抽出するために、閾値を仮に不良品曲線42における最大差の値 D_2 に設定したと仮定すると、 $D_1 > D_2$ 、であるから、図5(a)の良品曲線32はむら欠陥が無いと判定される。しかしながら、 $D_2 > D_3$ であるから、図5(b)のむら欠陥Sを見逃してしまう。そこで、輝度値と画素列との関係曲線(データ列)において、輝度値の連続的な変化を取り除いて、むら欠陥Sの局所的な輝度値の変化を残す必要がある。

【0023】そこで、本実施形態においては、図2に示されている平坦化工程24において輝度値と画素列との関係曲線に対して平坦化处理が実施される。すなわち、コンピュータ12の平坦化モジュール15は、次に示されている数式1を使用して、輝度値と画素列との関係曲線に対して平坦化处理を図6に示されているように実施する。この平坦化处理によって、例えば、図4(b)に示された不良品画像曲面41を平坦化した三次元グラフ(以下、平坦化曲面という。)47が図7に示されているように仮想的に作成されることになる。

【0024】

【数1】

$$\sigma = \underbrace{\sum_{i=0}^{N-1} W_i \{f(x_i) - y_i\}^2}_{\text{誤差の2乗和}} + g \underbrace{\int_a^b \{f''(x)\}^2 dx}_{\text{傾きの和}}$$

【0025】数式1は平坦化スプライン関数の評価関数であり、ここでは、 σ を最小にする平滑化曲線 $f(X)$ を求める。数式1中、 x_i は観測点のX軸の座標値であり、ここでは、図6(a)の各観測点43のX座標値であって、画素位置に相当する。 y_i は観測点のY軸の座標値であり、ここでは、図6(a)の各観測点43のY座標値であって、輝度値に相当する。 W_i は重みであり、観測点の値毎に設定することができるが、ここでは、全て「1.0」に設定した。 g は平滑化パラメータであり、 g が小であると、観測点を正確に追従することができ、 g が大であると、振動が少ない滑らかな曲線が得られる。ここでは、 g は「50.0」に設定した。数式1の右辺の後段は任意の区間で区切られた範囲の積分値である。したがって、 $a \sim b$ の範囲はその区切られた範囲である。

【0026】なお、スプライン曲線(spline curve)

は特定の連続性の条件を満たすように接続した曲線分の集まりとして定義付けされる曲線である。スプライン関数とは節点と節点との間では一つの多項式が与えられ、異なった節点間にはそれぞれ一つの多項式が対応して、かつ、多項式と多項式との結び目である節点では滑らかな区分的多項式関数であり、ここでは、 $(2M-1)$ 次の自然スプライン曲線の差分商を用いることによって、図6(b)に示されている平滑化曲線44の関数値 $f(X)$ を求める。

【0027】図6(a)は図5(b)に示された不良品曲線42の観測点43を示しており、図6(b)はその観測点43に基づいて数式1によって求めた平滑化曲線44を示している。図6(c)は各観測点43の平滑化曲線44との偏差値45を各観測点43毎に取ってグラフにした平坦化曲線46を示している。この平坦化曲線46によれば、輝度値と画素列との関係曲線である不良

品曲線42において、輝度値の連続的な変化が取り除かれて、むら欠陥Sの局所的な変化が残されたことが、理解される。

【0028】この平坦化処理が図4(b)に示された不良品画像曲面41における全ての不良品曲線42についてそれぞれ実行されることにより、図7に示されている平坦化曲面47が仮想的に作成されることになる。

【0029】以上のようにして平坦化された平坦化曲面47にはノイズ48が図7に示されているように混入しているため、このままではむら欠陥Sを自動的に認識するのは困難である。

【0030】そこで、本実施形態においては、ノイズ48が混入した平坦化曲面47に対してノイズ除去処理が、図2に示されているノイズ除去工程25において実施される。すなわち、コンピュータ12のノイズ除去モジュール16は、次に示されている数式2を使用して、空間フィルタリング(space filtering)を実施する。この空間フィルタリングによって、例えば、図7に示された平坦化曲面47のノイズ48を除去した平滑化曲面49が、図8に示されているように仮想的に作成される

ことになる。

【0031】

【数2】

$$g(i,j) = \sum_{p=i-w}^{i+w} \sum_{q=j-w}^{j+w} f(p,q) \times h(p,j,q)$$

【0032】空間フィルタリングとは、画像空間または空間周波数領域において入力画像に何らかのフィルタ関数を当てはめて改良された画像を得る技術をいう。デジタル処理において、画像空間のフィルタリングは局所的な積和演算(畳み込み)によって実行され、一般的に、 $n \times n$ のマトリクスの演算子(オペレータ)が畳み込み関数として使用される。数式2中、 f は入力画像、 g は空間フィルタリング後の出力画像、 h はフィルタ関数である。ここでは、フィルタ関数 h として、次の表1の「 3×3 」のマトリクス演算子が使用される。図8に示されている平滑化曲面49は、次の表1のうちスムージングが演算子として使用された場合の一例である。

【0033】

【表1】

空間フィルタ	3×3の演算子	効果
スムージング	$\begin{bmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{bmatrix}$ または $\begin{bmatrix} 0 & 1/3 & 0 \\ 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 0 & 1/3 & 0 \end{bmatrix}$	平滑化
ラプラシアン	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ または $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	微分
メディアン	3×3のヒストグラムの中間値(メディアン)で、置き換える。	雑音除去
ハイパス	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ または $\begin{bmatrix} 1/9 & -1/9 & 1/9 \\ -1/9 & 8/9 & -1/9 \\ 1/9 & -1/9 & 1/9 \end{bmatrix}$	エッジ強調
鋭鋭化	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ または $\begin{bmatrix} 1/9 & -8/9 & 1/9 \\ -8/9 & 17/9 & -8/9 \\ 1/9 & -8/9 & 1/9 \end{bmatrix}$	鋭鋭な画像

【0034】以上のようにしてノイズ除去された平滑化曲面49であっても、むら欠陥Sは平滑化曲面49の変化の中に埋もれてしまうため、このままではむら欠陥Sを自動的に認識するのは困難である。

【0035】そこで、本実施形態においては、図2に示されている強調化工程26において平滑化曲面49に対して強調化処理が実施される。すなわち、コンピュータ12の強調化モジュール17は次に示されている数式3を使用して、強調化処理を実施する。この強調化処理によって、例えば、図8に示された平滑化曲面49のむら欠陥Sの部分が強調された強調化曲面50が図9(a)に示されているように仮想的に作成されることになる。

【0036】数式3 $y = a^x$

【0037】数式3は指数関数であり、 $a > 1$ のとき、

x の値が大きくなるにつれて、 y の増加率が大きくなるという特徴がある。この指数関数の特徴を利用するため、本実施形態においては、次の処理が実行される。

【0038】例えば、図9(b)に示されているように、平滑化された平滑化曲線51の偏差値データについての平均値52が求められる。各観測点 x_i の平均値52との偏差値53がそれぞれ求められる。求められた各観測点 x_i の偏差値53が、数式3の x の値に代入される。ここで、数式3において、 a としては「1.65」が、むら欠陥Sを強調するのに最適値であることが、コンピュータによる模擬実験によって明らかにされた。

【0039】以上のようにして求められた強調化曲面50に関するデータは欠陥判定モジュール18に送られる。欠陥判定モジュール18は予め設定された閾値と、

強調化曲面50に関するデータとを比較する。欠陥判定モジュール18は閾値を超える部分がある場合には、むら欠陥が有ると判定し、全てのデータが閾値以下である場合には、むら欠陥は無く、良品であると判定する。

【0040】本実施形態においては、強調化曲面50においてむら欠陥Sがきわめて強調されているため、むら欠陥判定のための閾値を図9(a)に示されている閾値54のように大きく設定しても、むら欠陥Sを見逃すことはない。他面、大きな閾値54を設定することにより、ノイズや連続的な輝度の変化をむら欠陥であると、誤判定するのを確実に回避することができる。

【0041】欠陥判定モジュール18による欠陥判定工程27の判定結果は、図2に示されている判定結果出力工程28を実施する出力モジュール19に送られる。出力モジュール19はモニタやプリンタ等の出力機器20に判定結果を被検査物である各LCD1に対応させて表示させる。例えば、むら欠陥が有りと判定された場合には、図9(a)の強調化曲面50に閾値54を適用して得られる画像がモニタやプリンタ等の出力機器20に表示される。この表示により、不良品と判定されたLCDの被検査面におけるどの位置にどの程度の大きさのむら欠陥が有るのかを、作業者は認識することができる。

【0042】前記実施形態によれば次の効果が得られる。

(1) LCDの被検査面の取込み画像データをスプライン関数によって平坦化することにより、人間の目視検査によってむら欠陥と判定されない輝度値の連続的な変化を取り除いて、むら欠陥の局所的な輝度値の変化を残すことができるため、LCDの被検査面に対するむら検査を自動化することができる。

【0043】(2) 人間の目視検査を省略することにより、検査精度のばらつきや人為的ミスを排除することができ、また、人件費を低減することができるため、製造コストを低減しつつ、LCDの製造歩留りを高めることができる。

【0044】(3) 一度の演算処理によってあらゆる大きさのむら欠陥を検出して検査することができるため、検査時間を短縮することができる。

【0045】(4) 自己相関関数演算を利用したむら検査装置のようにむらの大きさに対応するのに同種の演算処理を何回も繰り返さなくて済むため、当該むら検査装置に比べて検査時間を短縮できるとともに、処理量の軽減によりむら検査装置のコストを低減することができる。

【0046】(5) LCDの被検査面の取込み画像データをスプライン関数によって平坦化することにより、大局的な明るさの変動を除去することができるため、被検査面に対する照明のばらつきや変動等の外部環境の影響を受けずに、検査精度を高めることができる。

【0047】(6) 平坦化後に強調化処理を実行する

ことにより、むら欠陥の部分を強調することができるため、閾値を大きく設定することができ、欠陥判定精度をより一層高めることができる。

【0048】(7) 取込み画像を圧縮することにより、演算処理を軽減することができるため、検査時間をより一層短縮することができる。

【0049】(8) 平坦化後にノイズ除去することにより、ノイズの影響を回避することができるため、検査精度をより一層高めることができる。

【0050】以上本発明者によってなされた発明を実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0051】例えば、強調化工程は、指数関数を使用して実施するに限らず、数式2に表1のラプラシアンを演算子として使用して実施してもよい。

【0052】画像圧縮工程は、信号を一つ置きに間引く手段によって実施するに限らず、他の圧縮手段によって実施してもよいし、省略してもよい。

【0053】ノイズ除去工程は、数式2の演算子にスムージングを使用するに限らず、他の演算子を使用してもよいし、空間フィルタリング以外のノイズ除去手段を使用してもよい。また、ノイズ除去工程は省略してもよい。

【0054】撮像装置としては、エリアセンサを使用するに限らず、ラインセンサや撮像管等を使用することができる。

【0055】以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野であるLCDのむら検査技術に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、CRTやプラズマ・ディスプレイの画面、シャドウマスク、スクリーン、感光フィルムや偏光フィルム、プリント配線基板、さらには、メッキむらや塗装むら等のむら検査技術全般に適用することができる。

【0056】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、次の通りである。

【0057】被検査面の取込み画像データをスプライン関数によって平坦化することにより、人間の目視検査によってむら欠陥と判定されない輝度値の連続的な変化を取り除いて、むら欠陥の局所的な輝度値の変化を残すことができるため、被検査面に対するむら検査を自動化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態であるむら検査装置を示す模式図である。

【図2】同じくむら検査方法を示す工程図である。

【図3】(a)は良品被検査面の取込み画像の画面図で

あり、(b)はその画素位置・輝度値の三次元グラフである。

【図4】(a)は不良品被検査面の取込み画像の画面図であり、(b)はその画素位置・輝度値の三次元グラフである。

【図5】画素位置と輝度値との関係を示したグラフであり、(a)は良品と判定される場合を、(b)は不良品と判定される場合をそれぞれ示している。

【図6】平坦化工程を説明するための線図であり、(a)は図5(b)に示された不良品曲線の観測点を示し、(b)はその観測点に基づいて求めた平滑化曲線を示し、(c)は各観測点の平滑化曲線との偏差値を各観測点43毎に取った平坦化曲線を示している。

【図7】平坦化工程によって得られる平坦化曲面を示す三次元グラフである。

【図8】ノイズ除去工程によって得られる平滑化曲面を示す三次元グラフである。

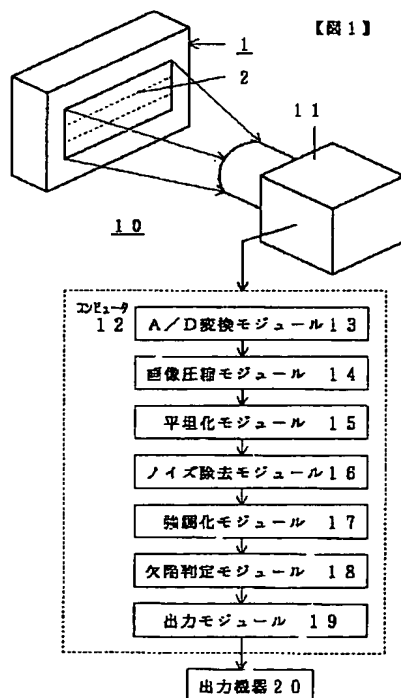
【図9】(a)は強調化工程によって得られる強調化曲面を示す三次元グラフ、(b)は強調化処理を説明する

ためのグラフである。

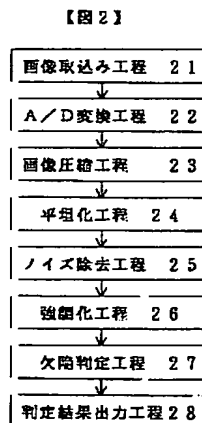
【符号の説明】

1…LCD(被検査物)、2…被検査面、S…むら欠陥、10…むら検査装置、11…撮像装置、12…コンピュータ、13…A/D変換モジュール、14…画像圧縮モジュール、15…平坦化モジュール、16…ノイズ除去モジュール、17…強調化モジュール、18…欠陥判定モジュール、19…出力モジュール、20…出力機器、21…画像取込み工程、22…A/D変換工程、23…画像圧縮工程、24…平坦化工程、25…ノイズ除去工程、26…強調化工程、27…欠陥判定工程、28…判定結果出力工程、30…良品被検査面の取込み画像(良品画像)、31…良品画像曲面、32…良品曲線、40…不良品被検査面の取込み画像(不良品画像)、41…不良品画像曲面、42…不良品曲線、43…観測点、44…平滑化曲線、45…偏差値、46…平坦化曲線、47…平坦化曲面、48…ノイズ、49…平滑化曲面、50…強調化曲面、51…平滑化曲線、52…平均値、53…偏差値、54…閾値。

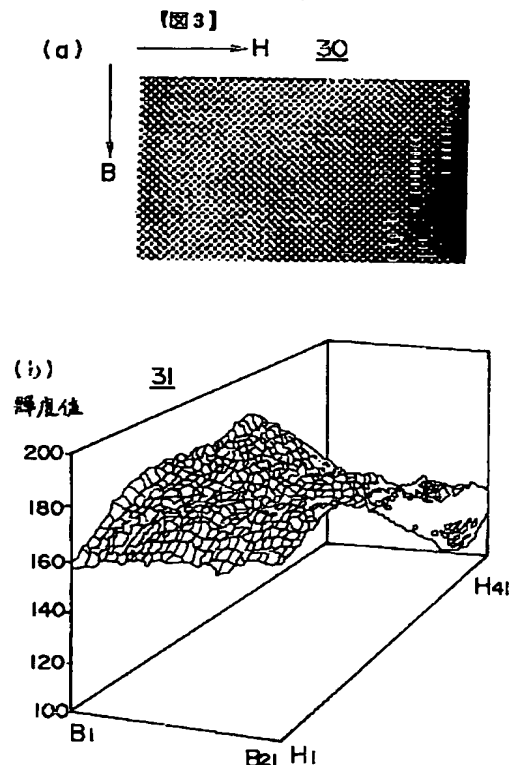
【図1】



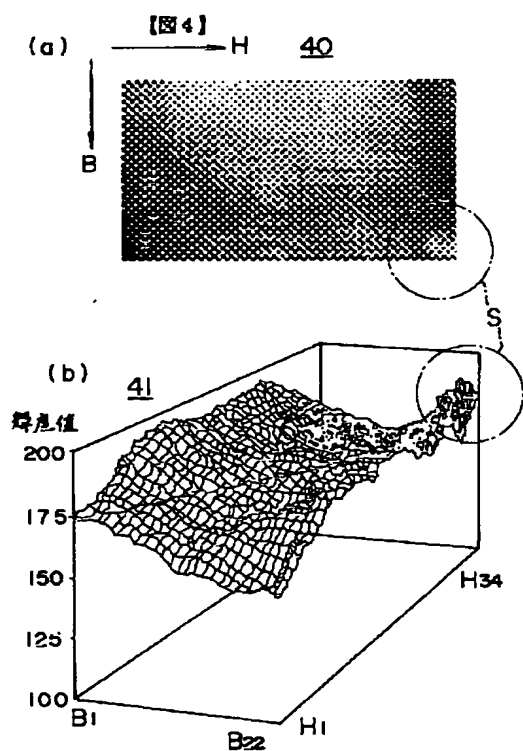
【図2】



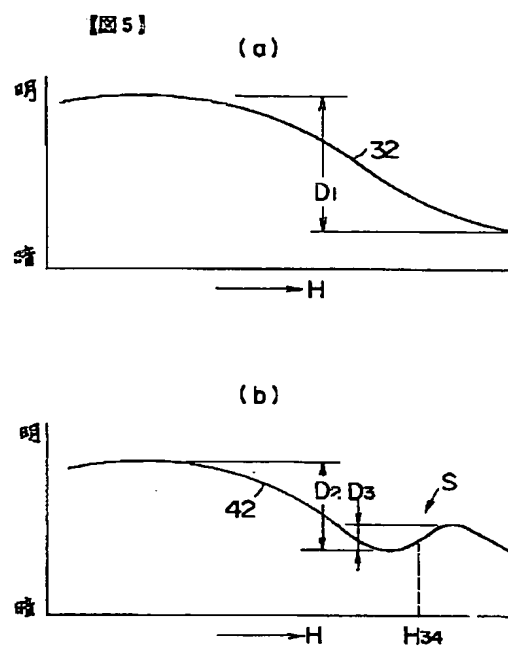
【図3】



【圖4】

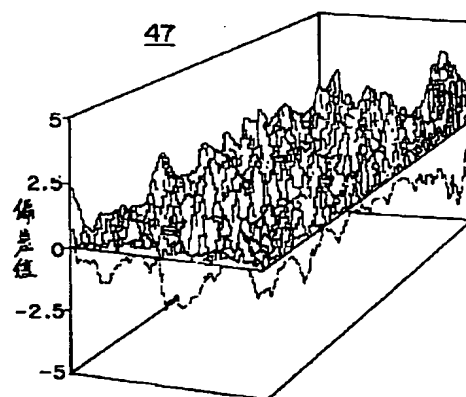


【圖5】

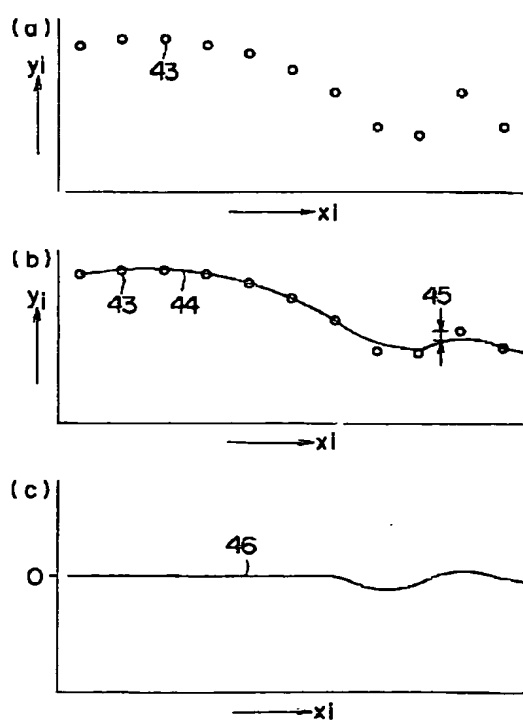


【圖7】

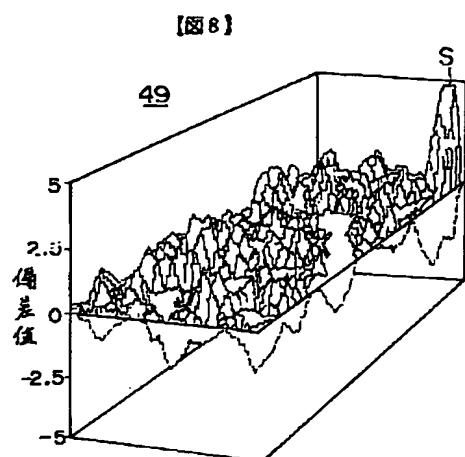
【圖7】



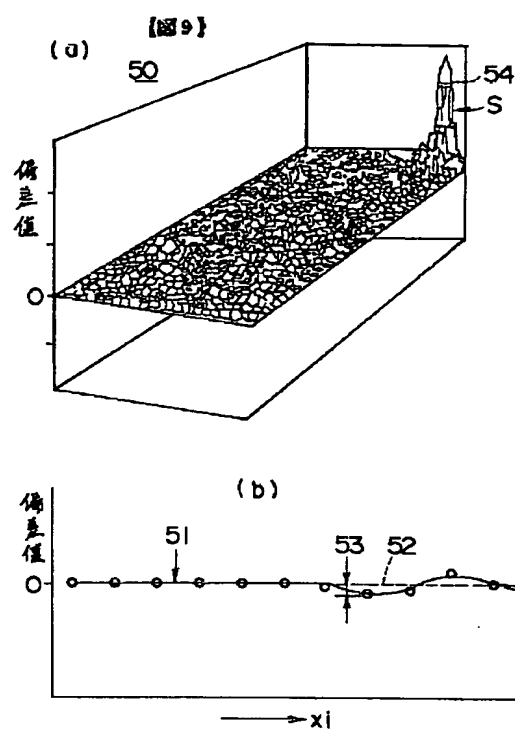
【圖6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 矢口 博之
東京都千代田区神田錦町2の2 学校法人
東京電機大学内